

# 複合現実感デバイスを用いた身体動作訓練手法の提案

渋谷 新樹<sup>†</sup> 戀津 魁<sup>‡</sup> 柿本 正憲<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>東京工科大学 メディア学部 <sup>‡</sup>ドワンゴ CG リサーチ

## 1. はじめに

スポーツにおいて、より効率の良い身体動作訓練手法が求められている。身体動作訓練は体力訓練と技術訓練に分類される。特に技術訓練においては、アシストが大切である。複雑な技術を習得するためには指導者や専用の道具による補助が必要となる場合が多い。

そこで本研究では、複合現実感(Mixed Reality, 以降 MR)とリフティングに着目する。リフティングの身体動作自体は軽微であり、気軽に挑戦できる訓練であるといえる。しかし、現実のボールの場合難易度が高い。そこで、MR デバイスを用い、仮想上のボールに対してリフティングを行う。重力加速度や反発の方向など物理法則を制御し、スポーツの上達を早める効果的な身体動作訓練を行う。

関連研究としてVirtual Reality (以降 VR) を用いたけん玉の訓練や、VR と現実のハイブリッド学習を用いたゴルフのパッティング訓練などが挙げられる。VR でけん玉をすると、現実の環境でもけん玉ができるようになるというシステム[1]を、本研究では参考としている。

## 2. 身体動作訓練

### 2.1. 技術訓練

身体動作訓練は大きく分けて、体力訓練と技術訓練の2つに分類される[2]。体力訓練は身体に負荷を与えて、瞬発力や持久力を強化することを目的とする。対して、技術訓練では、動作の感覚やコツを体験させ、専門的な技術の習得を目的とする。本研究では技術訓練を対象とする。技術訓練では多くの試行錯誤が必要とされる。この試行錯誤を極力少なくするためには、正しい結果が得られる試行錯誤、つまり成功動作を多く経験する強化学習が必要である。

### 2.2. アシテッド強化学習

成功動作の経験を早い段階から得るために、フィギュアスケートでは回転ジャンプの瞬間に選

手の身体をロープで引き上げる練習方法がある。また、短距離走では最高速度を上げるための下り坂を用いての練習方法がある。このように、補助を与え、成功動作を経験させる手法を、本研究では、アシテッド強化学習と呼称する。

### 2.3. XR 環境下での要求条件

アシテッド強化学習は重力の制約を減らす目的で行うことが多い。本研究では、重力などの物理法則を仮想的に制御するために XR 環境を利用したトレーニング手法を提案する。XR とは VR、MR、Augmented Reality (以降 AR)、といった現実を拡張する手法を総称した名称である。XR 環境下でのアシテッド強化学習では、仮想的に制御する条件以外は、いかに現実と同じような挙動を再現できるかが重要である。システムに要求される条件は次の3つである。

- ①動作自体の反応のリアルタイム性
- ②現実感のある物理ベースの物の動きの提示
- ③視覚、聴覚、触覚のフィードバック

## 3. リフティング訓練システム

本研究ではアシテッド強化学習の対象として、リフティングに着目する。リフティングは、重力と反発方向のばらつきとが学習の障害となり、成功動作を多く経験することが難しい。MR デバイスを用いると、重力と反発方向を制御でき、自らの足で訓練を積み重ねることができ、効果的なアシテッド強化学習が行えるといえる。

### 3.1. リフティング訓練システムの概要

図1に提案システムの利用イメージを示す。本研究では、MR デバイスの代表例である HoloLens を用い、透過ディスプレイ上に出現させた仮想ボールに対して、現実の足でリフティングを行う。



図1 提案システムの利用イメージ

Proposal of body movement training method using a mixed reality device.

<sup>†</sup>Shinju Shibuya, <sup>‡</sup>Kai Lenz, <sup>‡</sup>Masanori Kakimoto

<sup>†</sup>Tokyo University of Technology

<sup>‡</sup>Dwango CG Research

現実の足の位置のトラッキングには AR マーカーを用いる。足の位置および角度を広範囲かつ正確にセンシングするため、直方体マーカーを使用した。

直方体マーカーでトラッキングした足の位置に、当たり判定用の板を追従させることにより、仮想ボールを蹴り上げる。蹴り上げ動作から訓練を始められるよう、開始前に訓練者の身長を入力し、ボールの初期位置を調整する。

### 3.2. ずれ角の制限

本来、リフティングではボールが真上方向に蹴り上げられるのが理想である。しかし、実際のリフティングでは度々真上からずれてしまう。反発時の向きが、真上からどの程度ずれているかの角度を本研究ではずれ角と呼ぶ。現実の訓練ではこのずれ角によって、ボールが足元から離れてしまい、リフティングの終了に直結する。そのため、成功体験以前に反復練習自体難しい。本システムの特徴はこのずれ角の制限範囲を設定できることである。

訓練の初期段階では、ずれ角を強制的にゼロに制限することを想定する。そこから徐々に、ずれ角を現実の足に近づける。このずれ角の制限は、足の角度情報に対して補正を行い、当たり判定用の板の傾きに上限を加えることにより実現した。

### 3.3. 重力の低減

難易度をより低くするため、重力を低減する。訓練の際には重力の大変小さい状態で始め、だんだん現実に近い状態に近づけていくことを想定する。これによってボールを蹴るタイミングをつかむ訓練を多く積み重ねることができる。

なお、訓練の際には重力とずれ角の低減は同時に解除しないようにした。訓練に段階をつけ、片方ずつ変更していくことで、難易度の変化を単純化した。

### 3.4. 足の視認性

MR デバイスの特徴として、自分の足を視認できることが挙げられる。実際に蹴っている感覚が視覚的に増し、よりリアリティのある体験ができる。当たり判定用の板は確認用に表示可能だが、運用時には非表示にすることにより、自分の足を視認しやすくした。

### 3.5. その他の補助

HoloLens は視野角が狭い。そのため、ボールが画面外に出た場合、ボールを見失ってしまう。そこで、ボールが画面外に出た場合のみ、矢印でボールの方向を知らせるようにした。また、リアリティを高めるため、ボールを蹴ったときに音を出す聴覚のフィードバックも追加した。

### 3.6. 実装画面

図 2 は HoloLens を装着した訓練者から見た訓練中の画面である。



図 2 訓練者から見た訓練中の画面

透過ディスプレイへの投影であるため、現実の自分の足と仮想ボールを同時に視認することができる。

## 4. 簡易実験

### 4.1. 実験手順

被験者は 20 代の 3 名である。実験手順はまず、現実のボールでリフティングに 3 度挑戦し、連続リフティング数の最高値を記録する。次に HoloLens と直方体マーカーを装着し、身長を入力したのち、訓練を開始する。訓練はアシストの度合いが多い状態から、アシストのない状態まで段階的に行った。訓練終了後、現実のボールで再度リフティングし、訓練前と訓練後で、それぞれの連続リフティング数最高記録を比較する。

### 4.2. 実験結果と考察

3 名のうち訓練前後で最高記録が増加したのは 1 名のみだった。訓練期間の問題もあり、現時点では上達を早める訓練手法としての効果は確認できなかった。ただし、どの被験者も訓練システム上でのリフティングは現実のリフティングより、回数が多くできたことが確認された。現実では反復練習自体難しいリフティングにおいて、失敗を最小限にし、継続して訓練ができるという点で有用性があるといえる。

## 5. おわりに

本研究では MR デバイスを用いたアシステッド強化学習手法を提案した。その対象としてリフティングに着目した。その結果、XR 環境下でのリフティングにおいて有用性が確かめられた。今後は、ほかのスポーツへの応用も考えられる。今後の課題としてはよりリアリティを高めるために、触覚のフィードバックを追加することなどが挙げられる。

### 参考文献

- [1] けん玉できた!VR <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1809/04/news029.html>
- [2] 『公認スポーツ指導者養成テキスト・ワークブック共通科目Ⅲ』, 日本スポーツ協会, 2005